



**TUGAS AKHIR - TL 141584**

**ANALISIS PROSES MANUFAKTUR  
PANEL INSTRUMEN TANK DENGAN  
MENGUNAKAN MATERIAL AKUSTIK  
*POLYESTER DAN FIBERGLASS***

**ALIF LASMANUHARGO  
NRP. 02511140000133**

**Dosen Pembimbing :  
Moh. Farid. Ir., DEA  
Wikan Jatimurti ST, M.Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA.  
2018**



**ANALISIS PROSES MANUFAKTUR  
PANEL INSTRUMEN TANK DENGAN  
MENGUNAKAN MATERIAL KOMPOSIT  
*POLYESTER BERPENGUAT FIBERGLASS***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik Material dan Metalurgi

Pada

Bidang Studi Material Inovatif  
Departemen Teknik Material Dan Metalurgi  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Alif Lasmanuhargo  
NRP. 02511140000133

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

Ir. Moh. Farid, DEA ..... (Pembimbing I)

Wikan Jatimurti, ST, M.Sc ..... (Pembimbing II)





## **ANALISIS PROSES MANUFAKTUR PANEL INSTRUMEN TANK DENGAN MENGGUNAKAN MATERIAL AKUSTIK *POLYESTER* DAN *FIBERGLASS***

Nama Mahasiswa : Alif Lasmanuhargo  
NRP. : 02511140000133  
Departemen : Teknik Material dan Metalurgi  
Dosen Pembimbing : Moh. Farid. Ir., DEA  
Wikan Jatimurti ST, M.Sc

### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis proses manufaktur panel instrumen tank dengan menggunakan material akustik *polyester* dan *fiberglass*. Permasalahan yang dikaji pada proses manufaktur panel instrumen tank menggunakan simulasi dan mengkaji pengaruh penggunaan material komposit ini terhadap koefisien absorpsi suara. Dari hasil penelitian, dan analisis data dapat diketahui bahwa pengaruh komposit *polyester* resin dengan *fiberglass* terhadap penyerapan suara dapat ditunjukkan pada komposisi prosentasi material komposit tersebut. Dengan komposisi beberapa variabel menghasilkan performansi paling baik ternyata pada komposit dengan komposisi 70% *polyester* resin : 30% *fiberglass*. Demikian juga, terhadap proses manufaktur secara umum komposit *polyester* resin dengan *fiberglass* memberikan gambaran performansi bahwa komposit ini memiliki karakteristik yang masuk dalam standar ISO untuk penyerapan suara yang terkait dengan akustik dan juga parameter densitas komposit ini menghasilkan densitas lebih baik untuk komposit 70% matriks *polyester* resin, sehingga secara keseluruhan komposit ini lebih sesuai untuk kebutuhan manufaktur panel instrumen.



## **ANALYSIS OF TANK INSTRUMENT PANEL MANUFACTURING PROCESS BY USING POLYESTER AND FIBERGLASS ACOUSTIC MATERIAL**

Name : Alif Lasmanuhargo  
NRP. : 02511140000133  
Departement : Material and Metalurgical Engineering  
Advisor : Moh. Farid. Ir., DEA  
Wikan Jatimurti ST, M.Sc

### **ABSTRACT**

This research was conducted to analyze the process of manufacturing tank panel instrument by using polyester and fiberglass acoustic material. The problems studied in the process of manufacturing tank panel instrument using prototype simulation and the effect of using fiberglass composite material with polyester resin matrix to sound absorption coefficient. Based on research result and discussion data, it can be seen that the influence of polyester resin composite with fiberglass to sound absorption as acoustic base can be shown in the composition of the composite material presentation. With the composition of several variables yielding the best performance turns on a composite with a composition of 70% polyester resin: 30% fiberglass. Likewise, the general manufacturing process of polyester resin composites with fiberglass provides an illustration of the performance that this composite possesses the characteristics included in the ISO standard for acoustic-related sound absorption and also this composite density parameter yields better density for the 70% composite polyester resin matrix, so overall this composite is more suitable for instrument panel needs.



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur berkat rahmat Allah SWT atas hambanya yang tidak punya daya kecuali atas petunjuk dan pertolonganNya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis proses manufaktur panel instrumen tank dengan menggunakan material akustik *polyester* dan *fiberglass*”. sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T). Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Halim S dan Ibu Wita yang selalu memberikan dukungan moriil dan materiil selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Moh. Farid, DEA selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir, yang telah memberikan arahan, bimbingan dan bijak sabar memotivasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Wikan Jatimurti ST, M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, sabar memberi arahan dan saran serta evaluasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Agung Purniawan, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Material FTI – ITS.
5. Bapak Budi Agung Kurniawan, S.T., M.Sc. selaku dosen wali penulis.
6. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si, M.Si, Ph.D
7. Om Budi Triwiyono, Mas Ageng, Wawan, Naufal
8. Adik saya, Nurlisa, Rafika, Irham.



9. Seluruh pihak yang telah memberikan partisipasi atas penulisan tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis dalam penyusunan laporan ini. Demikian penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan ilmu yang dapat diambil manfaat yang sebesar besarnya bagi kemajuan teknologi khususnya dibidang material inovatif.



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI .....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR TABEL .....	xxii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan Penelitian .....	4
1.4    Batasan Masalah .....	4
1.5    Manfaat Penelitian .....	5
BAB II .....	7
TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1    Komposit.....	7
2.2    Bahan Penyusun Komposit .....	11
2.3    Fiberglass .....	13
2.4    Polyester.....	18
2.5    Gelombang dan Bunyi .....	21
2.6    Material Akustik .....	27
2.7    Posisi Panel instrumen Tank.....	28



BAB III. METODOLOGI .....	31
3.1 Diagram Alir Pembuatan Komposit.....	31
3.2. Fourier Transform Infra Red (FTIR) .....	32
3.3 Pengujian Densitas.....	34
3.4 Pengujian Koefisien Absorpsi Suara .....	34
3.5 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM) .....	36
3.6 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	37
<b>3.6.1 Bahan Penelitian</b> .....	37
<b>3.6.2 Peralatan Penelitian</b> .....	39
3.7 Variabel Penelitian.....	43
3.8 Rancangan Penelitian.....	44
BAB IV .....	50
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....	50
4.1 Komposisi Komposit Pengikat Polyester Resin Berpenguat Fiberglass.....	50
4.2 Pengujian dan Analisis Absorpsi Suara .....	50
<b>4.2.1 Pengujian Absorpsi Suara</b> .....	50
<b>4.2.2 Analisis Absorpsi Suara</b> .....	52
4.3 Pengujian dan Analisis Scanning Electron Microscope (SEM).....	55
<b>4.3.1 Pengujian SEM</b> .....	55
<b>4.3.2 Analisis SEM</b> .....	56
4.4 Pengujian dan Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR) .....	60





<b>4.4.1 Pengujian FTIR</b> .....	60
<b>4.4.2 Analisis FTIR</b> .....	61
4.5 Pengujian dan Analisis Densitas .....	71
<b>4.5.1 Pengujian densitas</b> .....	71
<b>4.5.2 Analisis Densitas</b> .....	72
BAB V .....	76
KESIMPULAN DAN SARAN .....	76
5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN A .....	80
HASIL UJI ABSORPSI SUARA .....	80
LAMPIRAN B.....	81
STANDARISASI ISO ABSORPSI SUARA .....	81



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komposit serat .....	8
Gambar 2.2. Komposit partikel .....	10
Gambar 2.3. Komposit laminat.....	11
Gambar 2.4. Klasifikasi komposit berdasarkan matriks .....	12
Gambar 2.5. Fiberglass jenis staple matte .....	16
Gambar 2.6. Fiberglass jenis Woven Roving .....	16
Gambar 2.7. <i>Polyester Resin</i> .....	21
Gambar 2.8. Gelombang Transversal .....	24
Gambar 2.9. Gelombang Longitudinal .....	26
Gambar 2.10. Posisi Panel instrument tank .....	29
Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Komposit .....	31
Gambar 3.2. Skema alat spektroskopi .....	33
Gambar 3.3. Standar uji absropsi .....	35
Gambar 3.4. SEM .....	37
Gambar 3.5. Fiberglass .....	38
Gambar 3.6. Resin <i>BQTN</i> & Hardner .....	38
Gambar 3.7. Panel instrument Tank .....	39
Gambar 3.8. Peralatan cetakan .....	40
Gambar 3.9. Proses Pembuatan .....	41
Gambar 3.10. Panel instrument Tank bahan baja dan aluminium .....	42
Gambar 3.11. Tank Obyek penelitian .....	45
Gambar 4.1. Profil spesiemen uji absorbs suara sesuai 4 variabel pengujian .....	47



Gambar 4.2. Menunjukkan karakteristik hasil uji absorpsi suara untuk 4 variabel spesimen dengan komposisi yang berbeda .....	49
Gambar 4.3. Spesimen Uji SEM .....	51
Gambar 4.4. Komposisi 70/30 dan 60/40 .....	52
Gambar 4.5. Komposisi 50/50 dan 40/60 .....	53
Gambar 4.6. Komposisi 70/30 dan 60/40 .....	54
Gambar 4.7. Komposisi 50/50 dan 40/60 .....	54
Gambar 4.8. Komposisi 70/30 dan 60/40 .....	55
Gambar 4.9. Komposisi 50/50 dan 40/60 .....	55
Gambar 4.10. Spesimen pengujian FTIR .....	57
Gambar 4.11. Hasil uji untuk variabel 70/30 .....	59
Gambar 4.12. Hasil uji untuk variabel 60/40 .....	62
Gambar 4.13. Hasil uji untuk variabel 50/50.....	63
Gambar 4.14. Hasil uji untuk variabel 40/60.....	65
Gambar 4.15. Spesimen pengujian densitas .....	68
Gambar 4.16. Hasil densitas untuk beberapa variabel .....	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jarak rentang frekuensi sumber bunyi .....	25
Tabel 3.1. Rancangan Penelitian .....	44
Tabel 4.1. Komposisi yang digunakan dalam pembuatan spesimen pengujian.....	45
Tabel 4.2. Tabel daerah gugus fungsi IR .....	58
Tabel 4.3. Posisi puncak gelombang variable 70/30 .....	60
Tabel 4.4. Posisi puncak gelombang variable 60/40 .....	62
Tabel 4.5. Posisi puncak gelombang variable 50/50 .....	64
Tabel 4.6. Posisi puncak gelombang variable 40/60 .....	66
Tabel 4.7. Perhitungan Massa Jenis .....	68

(halaman ini sengaja dikosongkan)



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sekilas pemahaman tank adalah kendaraan tempur lapis baja yang bergerak menggunakan roda berbentuk rantai. Ciri utama tank adalah menggunakan pelindung dari lapis baja berat, dilengkapi dengan senjata meriam besar serta mobilitas tinggi untuk bergerak dalam segala medan dengan lincah. Pada era perang modern saat ini, tank merupakan kendaraan tempur yang pegang peranan vital dan strategis karena berperan serba bisa dengan kemampuan untuk menghancurkan target darat bahkan target udara.

Sejalan dengan kemajuan teknologi modern dengan ancaman perang nuklir dan kimia keberadaan tank juga mengalami kemajuan dalam teknologi meriam dan amunisinya menjadikan tank semakin diperhitungkan untuk keamanan suatu negara dalam menjaga kedaulatannya. Oleh karena itu, masing masing negara cenderung berlomba lomba untuk menyempurnakan kekuatan tank dengan teknologi yang semakin maju dan canggih. Beberapa negara yang memiliki teknologi maju untuk memproduksi tank antara lain Jerman, Amerika, Rusia, Perancis bahkan negara sedang berkembang juga memproduksi tank seperti Israel, Malaysia juga Indonesia. Saat ini Indonesia sedang memproduksi tank Kaplan bekerjasama dengan Turki, melalui BUMN PT Pindad.



Perkembangan pesat manufaktur teknologi tempur tank diikuti dengan perkembangan teknologi di sisi fasilitas penunjangnya (*support system*) yang merupakan suatu kesatuan kesisteman tank, diantaranya fasilitas sistem suspensi fasilitas komputerisasi dan fasilitas panel instrumen serta fasilitas pendingin untuk bahan bakarnya. Kontribusi fasilitas penunjang sangat signifikan keberadaanya terhadap mobilisasi sistem tempur tank. Tank modern dengan dilengkapi fasilitas penunjang sistem suspensi canggih akan meningkatkan kualitas pengoperasian, kecepatan dan penembakan bisa fleksibel dalam posisi tank bergerak.

Panel instrumen tank merupakan fasilitas yang unik untuk kendaraan lapis baja, dikarenakan secara konstruksi tank memiliki pelindung baja berat tergantung dari kelas ukuran tank. Selain posisi fasilitas yang menggunakan panel instrumen berada dalam komponen komponen lapis baja juga dalam lingkungan perangkat sistem meriam, deru mesin dengan keberadaan bahan bakar serta perangkat amunisi juga roda berantai logam. Demikian juga perlu memperhitungkan terhadap hantaman persenjataan musuh dalam batas ijin yang mengenai tank. Panel instrumen tank memberikan andil strategik terhadap kualitas operasi tank dikarenakan adanya interaksi personil operasional tank dengan semua kesisteman kerja tank supaya efektif dan optimal.

Konstruksi panel instrumen tank tergantung pada perancangan yang disesuaikan dengan kebutuhan tergantung postur tubuh personil yang mengoperasikan juga tergantung pada kondisi medan tempur yang berbeda antara lain gurun pasir, tanah keras dan lain lain. Panel instrumen tank umumnya dengan ruangan yang



tidak luas /sempit disesuaikan terhadap masing masing karakteristik pabrikan tank, biasanya ruangan panel instrumen untuk tiga atau empat awak tank.

Secara umum material panel instrumen tank masih didominasi dengan menggunakan lapisan baja atau lapisan alumunium. Sedangkan secara konstruksi kendaraan tempur lapis baja tank menghasilkan tingkat kebisingan tinggi sehingga diperlukan teknik tertentu dalam komunikasi antar awak tank juga diperlukan tingkat kenyamanan yang memadai. Sehingga diperlukan penelitian untuk mensolusikan peredam kebisingan untuk meningkatkan kenyamanan dalam pengoperasian tank secara optimal.

Memperhatikan panel instrumen tank saat ini belum sepenuhnya memanfaatkan material akustik seperti yang sudah dilakukan pada panel instrumen tempur udara atau kendaraan formula *one*. Sehingga peluang pengembangan material akustik untuk kendaraan lapis baja tank akan dapat memberi kemanfaatan pada manufaktur panel instrumen tank. Sebagai alternatif material akustik yang akan dianalisis dari *fiberglass* dengan matriks menggunakan *polyester* cair dengan moda kerja proses manufaktur panel instrumen tank.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang menjadi bahasan pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana proses manufaktur panel instrumen tank menggunakan material *fiberglass* dengan





matriks menggunakan *polyester* resin. Dengan benda kerja panel instrumen tank versi prototype.

2. Bagaimana pengaruh penggunaan material komposit *fiberglass* dengan matriks *polyester* resin terhadap koefisien absorpsi suara.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis proses manufaktur panel instrumen tank menggunakan material *fiberglass* dengan matriks menggunakan *polyester* resin.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan material komposit *fiberglass* dengan matriks *polyester* resin terhadap koefisien absorpsi suara.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Panel instrumen tank ini akan dianalisis dari pengujian secara simulasi
2. Kandungan pengotor bahan diabaikan.
3. Alat ukur dianggap presisi.



## **1.5 Manfaat Penelitian**

Pada penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat sebagai literatur maupun pengembangan penelitian lainnya pada keilmuan material khususnya untuk proses manufaktur panel instrumen tank dengan material akustik.



(halaman ini sengaja dikosongkan)



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Komposit

Komposit menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material pengusunnya. Salah satu contoh paling mudah dari material komposit adalah beton cor yang tersusun atas campuran dari pasir, batu koral, semen, besi, serta air. Nampak bahwa material-material penyusun tersebut memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda, namun ketika dicampurkan dengan perbandingan serta teknik tertentu akan menghasilkan beton yang sangat kuat, keras, dan tahan terhadap berbagai cuaca. Pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna (Jones, 1975), maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur utama yang secara makro berbeda didalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

Material komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yakni matriks dan *reinforcement*. Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, *reinforcement* antara lain *fiber* berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan fiber dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Campuran keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat, namun ringan.

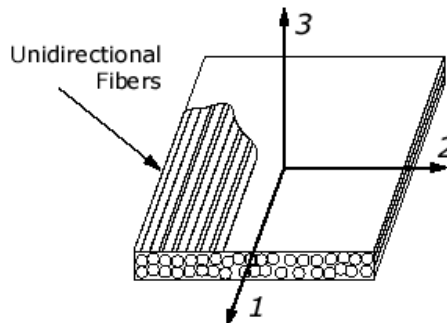


Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah.

Bahan komposit dapat diklasifikasikan bermacam macam tergantung pada konsep yang diinginkan. Klasifikasi material komposit berdasarkan tipe penguat adalah :

#### 1. Komposit *Fiber*

Komposit *Fiber* (serat) adalah komposit yang mengandung serat dalam matriks, seperti yang ditunjukkan gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Komposit Serat (Gibson, 1994)

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit (Gibson, 1994), yaitu :



a. *Continuous Fiber Composite.*

Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriks nya. Jenis komposit ini paling sering digunakan.

b. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikata antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

c. *Discontinuous Fiber Composite*

Komposit ini adalah tipe komposit dengan serat pendek.

d. *Hybrid Fiber Composite*

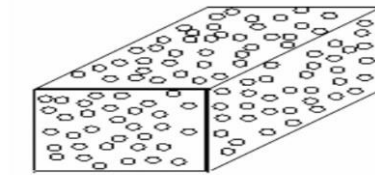
Merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya

2. Komposit Partikel

Komposit partikel adalah komposit yang mengandung satu atau lebih partikel dalam matriks  
Ditunjukkan oleh gambar 2.2



Particules as the reinforcement  
(Particulate composites)



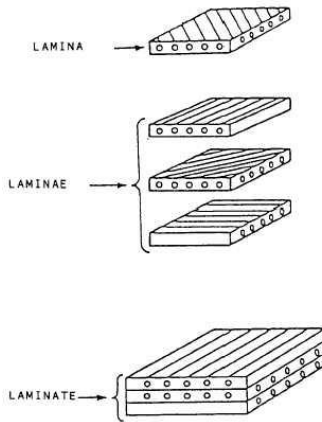
13

Gambar 2.2 Komposit Partikel (Gibson, 1994)

Peran partikel dalam komposit partikel adalah membagi beban agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastik matriks yang ada disela sela partikel. Partikel juga berperan meningkatkan kekakuan komposit jika di aplikasikan pada matriks yang relatif ulet.

### 3. Komposit Laminat

Komposit laminat yaitu komposit yang tersusun atas dua atau lebih lapisan bahan yang berbeda jenis komposit inilah yang disebut sebagai material laminasi. Seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komposit Laminat (Gibson, 1994)

Komposit ini terdiri dari beberapa lapisan lamina berpenguat serat atau lamina berpenguat partikel lamina logam atau lamina sarang lebah madu (*honeycomb core*) atau lamina lembar tipis (*skin*) atau kombinasi dari lamina lamina dengan material yang berbeda dimana lapisan (*layer*) tersebut saling terikat.

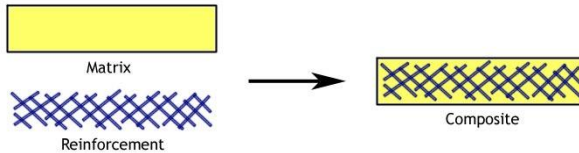
## 2.2 Bahan Penyusun Komposit

Komposit merupakan penggabungan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi satu material baru. Secara struktur dapat





ditunjukkan pada gambar 2.4, Adapun bahan penyusun komposit terdiri dari:



Gambar 2.4 Struktur Komposit

#### 1. Bahan Penguat (*Reinforcement*)

*Reinforcement* adalah salah satu bagian utama dari komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Bahan penguat (*reinforcement*) biasanya kaku dan tangguh, *reinforcement* dapat dibedakan menjadi bahan alami dan bahan buatan. Contoh bahan penguat alami berupa serat kelapa, serat enceng gondok dan masih banyak lainnya. Dan contoh bahan penguat buatan berupa serat karbon, serat gelas dan keramik. Pada penelitian ini menggunakan bahan penguat yaitu *fiberglass*.

#### 2. Matriks (perekat)



Menurut Gibson (1994) bahwa matriks dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik adalah fasa dalam komposit yang memiliki bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik umumnya lebih lentur tetapi memiliki kekuatan yang lebih rendah. Syarat pokok matriks yang digunakan dalam komposit adalah matriks harus mampu meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks (Triyono & Diharjo, 2003).

## 2.3 Fiberglass

Dari sejarah kaca diketahui, bahwa pengrajin kaca pada jaman Mesir Kuno telah bereksperimen dan mampu membuat sejumlah kecil serat dari kaca atau *fiberglass*. Mereka hanya menggunakannya untuk bahan hiasan karena belum mengetahui potensi serat yang sangat kuat ini. Barulah pada tahun 1880, seorang bernama Herman Hammesfahr berhasil membuat kain yang berbahan *fiberglass* dan serat sutra. Penemuannya tersebut benar-benar memiliki daya tahan yang luar biasa serta...tahan api. Dan pada tahun 1938, seorang pekerja di perusahaan *fiberglass* Owens-Coming, yang bernama Russell Games Slayter berhasil menyempurnakan bentuk *fiberglass* seperti yang kita kenal sekarang ini (Wikipedia. Org/*fiberglass*)



*Fiberglass* merupakan salah satu material komposit yang cocok untuk *reinforcing* pada pembuatan part-part di bidang industri yang memerlukan ketahanan dan kekuatan. Material komposit adalah gabungan dua buah material atau lebih dimana satu dengan yang lainnya tidak saling melarutkan. Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit dan matriks (*matrix*) sebagai perekatnya, dimana *fiber* (serat) sebagai penguat dengan material matriks yang diantaranya, adalah resin. *Fiberglass* mempunyai sifat-sifat secara umum sebagai berikut :

- Kekuatan tarik yang tinggi / *High Tensile Strength*
- Tahan terhadap panas dan api / tidak terbakar atau menyokong pembakaran
- Dan tidak rusak karena : bahan kimia, Jamur, bakteri /serangga, tahan terhadap Moisture, tidak busuk
- Kuat tidak korosif, fleksibel, isolator listrik, variasi dalam pabrikasinya

Beberapa jenis *fiber* yang umum digunakan adalah *fiberglass* umum digunakan dalam industri karena bahan baku yang sangat banyak tersedia. Komposisi *fiberglass* mengandung silika yang berguna memberikan kekerasan, fleksibilitas dan kekakuan. Proses pembentukan fiber glass melalui proses fusion (*melting*) terhadap silika dengan campuran mineral oksida. Pada proses ini diberikan pendinginan yang sangat cepat untuk



pembentukan kristalisasi yang sempurna, proses ini biasa disebut dengan *fiberization*.

Bentuk Fiber Glass antara lain :

1. *Staple Matte*, Tersusun dari fiber terpotong-potong / diskontinyu dan fiber lurus kontinyu. Ukuran panjang diskontinyu 25mm – 50mm. Ditunjukkan dalam gambar 2.5
2. *Woven Roving*, Merupakan tenunan Filamen / benang glass yang menghasilkan tenunan bentuk kain. Ditunjukkan dalam gambar 2.6
3. *Rovimet*, Gabungan antara *woven Roving* dan *Staple Matte*. Antara anyaman *Woven Roving* terdapat benang-benang *Staple Matte* atau dua permukaan, permukaan *Woven Roving* dan permukaan *Staple Matte*. (Ramdhani, 2015)



Gambar 2.5 Fiberglass Jenis Staple Matte



Gambar 2.6 Fiberglass jenis woven Roving

Kemanfaatan industri *fiberglass* adalah suatu bahan serba guna yang mengkombinasikan keringanan bahan dengan kekuatan intrinsik untuk menyediakan suatu lapisan luar yang tahan segala cuaca, dengan berbagai variasi tekstur permukaan dan cakupan pilihan warna yang tidak terbatas. *Fiberglass* dikembangkan di Inggris pada jaman PD II sebagai pengganti tripleks yang dibentuk untuk digunakan pada radome (*radar dome* atau kubah penutup radar) di pesawat-pesawat (sebab gelombang mikro mampu melewati *fiberglass*).

Kegunaannya yang pertama di dunia sipil adalah dalam pembuatan perahu, dimana bahan ini diterima secara umum di tahun 1950an. Kegunaannya sekarang telah merambah bidang otomotif dan perlengkapan



olahraga seperti juga model pesawat terbang, walaupun untuk yang disebut terakhir ini, kegunaannya sekarang sebagian telah diambil alih oleh bahan *carbon fiber* yang beratnya lebih ringan per volumenya namun lebih kuat baik secara volume maupun beratnya. Kegunaan *fiberglass* juga meliputi bak air panas, perpipaan untuk air minum dan pembuangan air limbah, kotak display di kantor atau pabrik serta sistem atap datar. Hampir seluruh peralatan kebutuhan kehidupan industri dasar sampai teknologi canggih dan rumah tangga diwarnai dengan *fiberglass*. (Energi Putra Bangsa, 2015)

Teknik produksi canggih seperti *pre-pregs* dan *fiber rovings* akan menambah kegunaannya serta kemungkinan kekuatan regangan dengan plastik yang diperkuat dengan serat. *Fiberglass* juga digunakan dalam industri telekomunikasi untuk menyelubungi penampilan luar dari antena. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya untuk menyerap *RF* atau frekuensi radio dan kemampuannya untuk menurunkan kemungkinan pemancaran sinyal yang rendah. Dapat juga digunakan sebagai penyelubung tampilan luar dari peralatan lain dimana penyerapan tanpa gelombang sangat dibutuhkan, seperti pada lemari perlengkapan dan struktur penyokong berbahan baja. Hal ini disebabkan oleh kemudahan bahan ini dibentuk, diproduksi dan dicat sesuai dengan desain khusus yang diinginkan, seperti untuk membaur dengan struktur yang telah berdiri sebelumnya atau dinding bata. Kegunaan lainnya lagi meliputi *fiberglass* berbentuk lembaran yang dibuat menjadi insulator elektrik dan komponen struktural lainnya yang umum ditemukan pada industri pembangkit tenaga. (Wikipedia.org/*fiberglass*)



## 2.4 Polyester

*Polyester* adalah suatu kategori polimer yang mengandung gugus fungsional ester dalam rantai utamanya. Meski terdapat banyak sekali *polyester*, istilah "*polyester*" merupakan sebagai bahan yang spesifik lebih sering merujuk pada polietilena tereftalat (PET). *Polyester* termasuk zat kimia yang alami, seperti yang kutin dari kulit ari tumbuhan, maupun zat kimia sintetis seperti polikarbonat dan polibutirat.

Dapat diproduksi dalam berbagai bentuk seperti lembaran dan bentuk 3 dimensi, *polyester* sebagai termoplastik bisa berubah bentuk sehabis dipanaskan. Walau mudah terbakar di suhu tinggi, *polyester* cenderung berkerut menjauhi api dan memadamkan diri sendiri saat terjadi pembakaran. Serat *polyester* mempunyai kekuatan yang tinggi dan E-modulus serta penyerapan air yang rendah dan pengerutan yang minimal bila dibandingkan dengan serat industri yang lain.(id.wikipedia.org)

### 1. Kain *Polyester*

Kain *polyester* tertentu digunakan dalam pakaian konsumen dan perlengkapan rumah seperti seprei ranjang, penutup tempat tidur, tirai dan korden. *Polyester* industri digunakan dalam pengutan ban, tali, kain buat sabuk mesin pengantar (*konveyor*), sabuk pengaman, kain berlapis dan penguatan plastik dengan tingkat penyerapan energi yang tinggi. Fiber



fill dari *polyester* digunakan pula untuk mengisi bantal dan selimut penghangat.

Kain dari *polyester* disebut-sebut terasa “tak alami” bila dibandingkan dengan kain tenunan yang sama dari serat alami (misalnya kapas dalam penggunaan tekstil). Namun kain *polyester* memiliki beberapa kelebihan seperti peningkatan ketahanan dari pengerutan. Akibatnya, serat *polyester* kadang-kadang dipintal bersama-sama dengan serat alami untuk menghasilkan baju dengan sifat-sifat gabungan.

*Polyester* juga digunakan untuk membuat botol, film, tarpaulin, kano, tampilan kristal cair, hologram, penyaring, saput (film) dielektrik untuk kondensator, penyekat saput buat kabel dan pita penyekat.

## 2. *Polyester* Kristalin Cair

*Polyester* kristalin cair merupakan salah satu polimer kristalin cair yang digunakan industri yang pertama dan digunakan karena sifat mekanis dan ketahanan terhadap panasnya. Kelebihan itu penting dalam penggunaannya sebagai segel mampu kikis dalam mesin jet.

## 3. *Polyester* Keras Panas

*Polyester* keras panas (*thermosetting*) digunakan sebagai bahan pengecoran,





#### 4. *Polyester* Resin

Resin *polyester chemosetting* digunakan sebagai resin pelapis kaca serat dan dempul badan mobil yang non logam. *Polyester* tak jenuh yang diperkuat kaca serat banyak digunakan dalam bagian badan dari kapal pesiar serta mobil.

Resin merupakan polimer zat organik yang terdiri dari unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen yang berbentuk padat atau cair. Ditinjau dari sifatnya resin berfungsi sebagai bahan pengikat / lem. Fungsi pokok resin adalah memberikan daya ikat antara benang-benang fiber, melindungi fiber dari pengaruh lingkungan seperti daya gesek dan kelembaban serta Memberikan kekakuan pada arah tegak lurus fiber. Secara umum sebagai contoh adalah resin *polyester*, resin ini telah dipakai secara meluas dan mudah diperoleh di pasaran secara umum, seperti pada gambar 2.7.

*Polyester* digunakan pula secara luas sebagai penghalus (finish) pada produk kayu berkualitas tinggi seperti gitar, piano, dan bagian dalam kendaraan / perahu pesiar. Perusahaan Burns London, Rolls-Royce, dan Sunseeker merupakan segelinter perusahaan yang memakai *polyester* untuk memperhalus produk-produk mereka. Sifat-sifat tiksotropi dari *polyester* yang bisa dipakai sebagai semprotan membuatnya ideal untuk digunakan pada kayu gelondongan bijian-terbuka, sebab mampu mengisi biji kayu dengan cepat, dengan ketebalan saput yang terbentuk dengan kuat per lapisan.



*Polyester* yang diawetkan bisa diampelas dan dipoleskan ke produk akhir.



Gambar 2.7 Polyester Resin

Matriks *Polyester* paling banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan, selain itu harganya murah. *Polyester* dapat digunakan pada temperatur kerja sampai  $79^{\circ}\text{C}$  atau lebih tergantung partikel resin dan keperluannya (Schwartz, 1984).

## 2.5 Gelombang dan Bunyi

### 2.5.1 Gelombang

Gelombang dapat didefinisikan sebagai getaran yang merambat melalui medium yang dapat berupa zat padat,



cair, dan gas. Gelombang terjadi karena adanya sumber getaran yang bergerak terus menerus. Medium pada proses perambatan gelombang tidak selalau ikut berpindah tempat bersama dengan rambatan gelombang. Misalnya bunyi yang merambat melalui medium udara, maka partikel partikel udara akan bergerak osilasi (lokal) saja.

Gelombang berdasarkan medium perambatannya dapat dikategorikan menjadi :

1. Gelombang mekanik

Gelombang mekanik terdiri dari partikel partikel yang bergetar dalam perambatannya memerlukan medium. Contohnya gelombang bunyi, gelombang pada air, dan gelombang tali.

2. Gelombang elektromagnetik

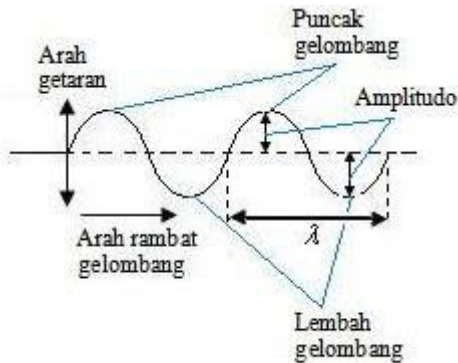
Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan magnet dan medan listrik secara beruntun, arah getar vektor medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus. Perambatan gelombang ini tidak memerlukan medium dan bergerak mendekati kelajuan cahaya. Contohnya sinar gamma, sinar X, sinar ultra violet, cahaya tampak, inframerah, gelombang radar, gelombang tv, dan gelombang radio.



Berdasarkan arah getar dan arah rambat, gelombang dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. Gelombang transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arahnya rambatnya tegak lurus terhadap arah getarnya, contohnya gelombang pada tali, gelombang permukaan air, gelombang cahaya. Gelombang transversal ditunjukkan oleh Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Gelombang Transversal ( M. Nurhusaeni, 2011)



Keterangan :

Lamda = panjang gelombang, satuannya meter (m)

Amplitudo = simpangan maksimum dari titik gelombang

Jarak yang ditempuh oleh suatu gelombang per detik disebut cepat rambat gelombang. Cepat rambat gelombang dilambangkan dengan  $v$  dan satuannya m/s. Frekuensi ( $f$ ) adalah banyaknya gelombang yang melewati satu titik tiap satuan waktu satuannya 1/s. Periode ( $T$ ) adalah waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk melewati suatu titik, satuannya sekon/detik. Hubungan antara  $v, \lambda, T$  dan  $f$  ialah :

$$F = 1/T$$

$$\lambda = v \times T = v/f$$

$$V = \lambda \times f$$

Jangkauan pendengaran telinga manusia dapat mendengar frekuensi 20 -20000 Hz. Jangkauan ini berbeda dari orang ke orang. Satu kecenderungan umum adalah jika bertambah tua. Merek makin tidak bisa mendengar frekuensi yang tinggi, sehingga batas fekuensi tinggi mungkin menjadi 1000 Hz atau kurang. Tabel 2.2 menunjukkan jarak rentang frekuensi beberapa sumber bunyi.

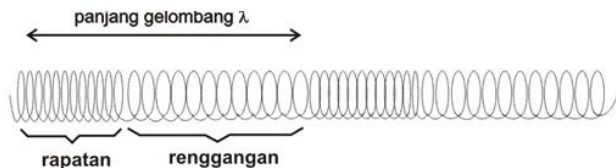


Tabel 2.1. Jarak Rentang Frekuensi Sumber Bunyi (Resnik dan Haliday, 1992)

Sumber Bunyi	Rentang Frekuensi ( Hz )
Manusia	85 – 5000
Piano	30 – 4100
Terompet	190 – 180
Mobil	150 - 30000

## 2. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya searah dengan arah getarnya, contohnya gelombang bunyi dan gelombang pada pegas. Gelombang ini terdiri dari rapatan dan regangan. Rapatan dan regangan berhubungan dengan puncak dan lembah pada gelombang transversal. Gelombang longitudinal ditunjukkan oleh gambar 2.9



Gambar 2.9 Gelombang longitudinal (Resnick dan Haliday, 1992)



### **2.5.2 Bunyi**

Bunyi merupakan rangkaian perubahan tekanan yang terjadi secara cepat di udara. Perubahan tekanan ini disebabkan oleh adanya obyek yang bergerak cepat dan bergetar, yang kemudian disebut sebagai sumber bunyi. Adapun tiga elemen utama yang perlu diperhatikan dalam setiap akustik adalah sumber, jejak perambatan, telinga si penerima. Gelombang bunyi menjalar di dalam benda padat, benda cair, dan gas. Bunyi tidak dapat merambat melalui ruang hampa udara (vakum). Bunyi merambat melalui suatu medium dengan cara memindahkan energi kinetik dari satu molekul lainnya dalam medium tersebut (Doelle, 1972).

Ketika sumber bunyi bergetar, getaran yang terjadi pada setiap detik disebut frekuensi dan diukur dalam satuan Hertz (Hz). Jumlah getaran yang terjadi setiap detik sangat tergantung pada jenis obyek yang bergetar. Frekuensi rendah mampu didengar manusia berada pada 20 Hz sampai ambang batas atas 20.000 Hz. Bunyi-bunyi yang muncul pada frekuensi di bawah 20 Hz disebut bunyi infrasonik, sedangkan yang muncul di atas 20.000 Hz disebut bunyi ultrasonik. Dalam rentang 20 Hz sampai 20.000 Hz tersebut, bunyi dapat dibedakan lagi menjadi bunyi dengan frekuensi rendah (dibawah 1000 Hz), frekuensi sedang (1000-4000 Hz) dan frekuensi tinggi (di atas 4000 Hz). Frekuensi ini menyebabkan perbedaan tinggi rendahnya nada (Mediastika, 2005).



Selain frekuensi, yang berpengaruh terhadap suatu kebisingan adalah tekanan bunyi. Sebagai contoh bunyi yang mempunyai frekuensi 1000 Hz, jika tekanannya rendah sebesar 4 dB hampir tidak terdengar oleh kita, tetapi bunyi yang mempunyai frekuensi 63 Hz dengan tekanan bunyi 35 dB dapat didengar. Dari penjelasan di atas bahwa tekanan bunyi mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tingkat kebisingan. Di dalam akustik panjang gelombang sering digunakan sebagai “penggaris” untuk mengukur panjang dibanding dengan meter, kaki atau mil, karena banyak efek dari obyek nyata, seperti ruangan atau rintangan, pada gelombang suara, bergantung pada panjang gelombang (Howard, 2009).

## 2.6 Material Akustik

Ilmu yang mempelajari tentang fenomena dan gejala bunyi disebut akustik. Ketika suatu bunyi menumbuk pada suatu benda ataupun dinding, maka bunyi itu akan dipantulkan (*reflected*), diserap (*absorb*) dan diteruskan (*transmitted*) oleh benda tersebut (Ruijgork, 1993).

Besarnya komposisi energi yang diserap atau dipantulkan akan menentukan sifat suatu material. Jika komposisi energi yang dipantulkan lebih besar, maka material tersebut bersifat sebagai pemantul (*reflector*). Jika energi yang diserap lebih besar, maka material tersebut bersifat penyerap (*absorber*).

Intensitas suara bising dapat dikontrol dengan menggunakan bahan penyerap akustik. Bahan penyerap akustik adalah bahan yang mengurangi energi akustik





gelombang bunyi. Energi akustik gelombang bunyi yang mengenai sebuah bahan penyerap akustik, sebagian diserap dan terkonversi menjadi energi panas. Koefisien penyerapan bunyi ( $\alpha$ ) besarnya antara 0 dan 1 (Firmansyah, 2012).

## **2.7 Posisi Panel instrumen Tank**

Secara utuh konstruksi kendaraan tempur lapis baja tank seperti pada gambar 2.10. dimana untuk konstruksi ruang panel instrumen tank secara umum yaitu ruang panel instrumen untuk pengemudi. Ruang panel instrumen pengemudi posisinya dibawah dekat rantai roda dan di posisi depan.

Ruangan panel instrumen pengemudi tank terdiri dari 2 jenis model, umumnya untuk tank kelas besar ruang panel instrumen kemudi untuk dua personil, sedangkan model medium biasanya ruang kemudi untuk satu orang personil. Secara dimensi ruang juru kemudi tank dengan panel instrumen dan asesorisnya sekitar 1 m x 2 m. Secara panel instrumen semua tank umumnya masih dominan dari material alumunium dan baja,



Gambar 2.10 Posisi Panel instrumen tank

Panel instrumen tank merupakan bagian dari konstruksi interior tank yang juga umumnya terbuat dari aluminium. Secara dimensional panel instrumen tank kurang lebih 40 cm x 30 cm yang merupakan untuk fungsi penempatan panel operasi kendaraan.

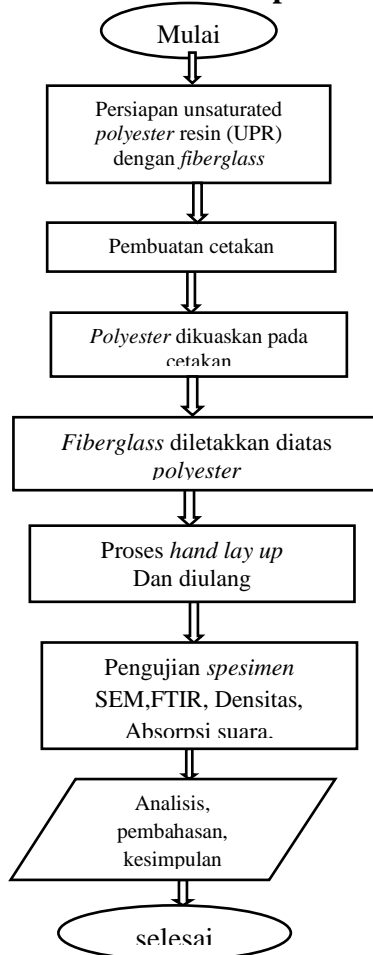
Kendaraan tempur lapis baja tank memiliki model panel instrumen bermacam macam tergantung dari jenis tank dan pabrikan negara pembuatan. Jenis jenis tank yang terkenal antara lain, Tiger dan Leopard buatan Jerman, Scorpion dari negara Inggris. M Abrams dari Amerika, AMX dari Perancis dan T 72 buatan dari Rusia. Sedangkan Indonesia sudah berhasil membuat tank medium kerjasama dengan negara Turki dengan nama Kaplan. (indomiliter, 2014)





## BAB III. METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alir Pembuatan Komposit



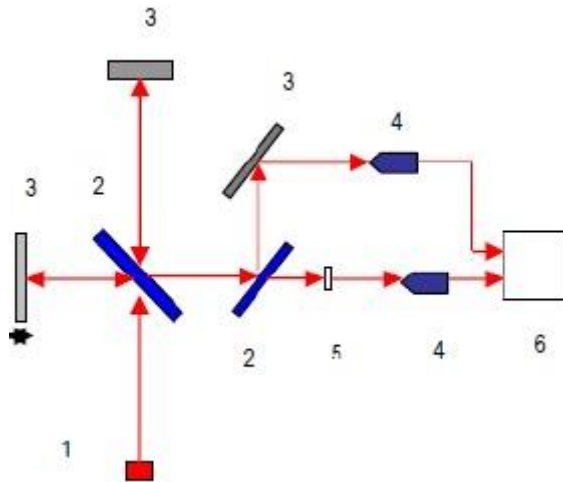
Gambar 3.1 Diagram Alir pembuatan Komposit



Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay up*. Pembuatan komposit dilakukan dengan mencampurkan matriks *polyester* dan *fiberglass* (*reinforcement*). Diagram alir pembuatan komposit ditunjukkan oleh gambar 3.1 diatas.

### **3.2. Fourier Transform Infra Red (FTIR)**

FTIR merupakan instrument yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya ( Anam, 2007). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak puncak (Chusnul, 2011). Spektrum inframerah dihasilkan dari penstrasmisian cahaya yang melewati sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}$ ) (Marcott (1986), Anam (2007))



Keterangan :

(1) Sumber inframerah, (2) Pembagi berkas, (3) Kaca pemantul, (4) Sensor inframerah, (5) Sampel, (6) Display

Gambar 3.2 Skema alat spektroskopi FTIR (Anam, 2007).

Pada gambar 3.2 menunjukkan skema alat spektroskopi, angka 1 menunjukkan sumber infra merah yang ditembakkan ke pembagi berkas (*beam splitter*), lalu inframerah diteruskan ke sampel uji (5), setelah melewati benda uji kemudian sensor inframerah, menghasilkan gambar akhir (Anam dkk, 2007).



Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada. Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Spesimen yang digunakan untuk pengujian FTIR berupa cuplikan kecil dari material yang dibuat. Mesin uji FTIR yang digunakan adalah Nicolet IS10. *Sample* diletakkan *sample holder*, kemudian *detector* diletakkan pada *sample*. Pastikan *sample* uji memiliki permukaan yang rata dan ketebalan yang sama.

### 3.3 Pengujian Densitas

Pengujian ini memiliki fungsi untuk mengetahui besarnya densitas dari *spesimen*. Standar yang digunakan adalah ASTM D792. Pengujian ini dilakukan dengan perhitungan massa *spesimen* dalam udara dan dalam air. *Spesimen* ditimbang di udara kemudian ditimbang ketika direndam dalam air pada temperatur ruangan dengan menggunakan benang (*holder*) untuk menahan *spesimen* agar tidak menyentuh dasar bejana yang digunakan. Kepadatan dan berat jenis dihitung. Untuk menghitung massa jenis digunakan *spesimen* yang sama dengan *spesimen* SEM. Perhitungan massa dilakukan dengan mengukur massa dengan timbangan digital.

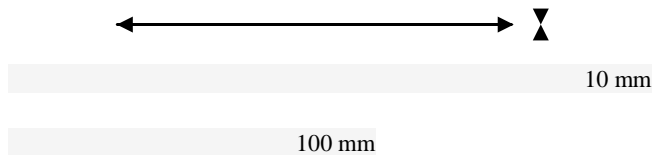
### 3.4 Pengujian Koefisien Absorpsi Suara

Pengujian absorpsi suara adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material



untuk menyerap suara. Kualitas material penyerap suara di tentukan dari harga  $\alpha$  (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi). Semakin besar nilai  $\alpha$  maka semakin baik kemampuan material tersebut dalam menyerap suara. Nilai  $\alpha$  berkisar dari 0 sampai 1. Jika  $\alpha$  bernilai 0 maka tidak ada bunyi diserap oleh material tersebut sedangkan jika  $\alpha$  bernilai 1 maka 100% bunyi yang datang diserap oleh material tersebut.

Dimensi *spesimen* pengujian absorbs menurut ASTM E1050 berbentuk tabung dengan diameter 100 mm dan tinggi 10 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 Standar uji absorpsi .

Pada pengujian ini, amplifier disambungkan ke sumber suara pada tabung impedansi. Amplifier ini berfungsi sebagai penguat sinyal. Setelah itu amplifier disambungkan ke *power supply* yang berfungsi sebagai sumber sekaligus menstabilkan arus listrik. Lalu *Sound multi meter* disambungkan ke amplifier, *Sound multi meter* berfungsi sebagai alat untuk membaca data dari



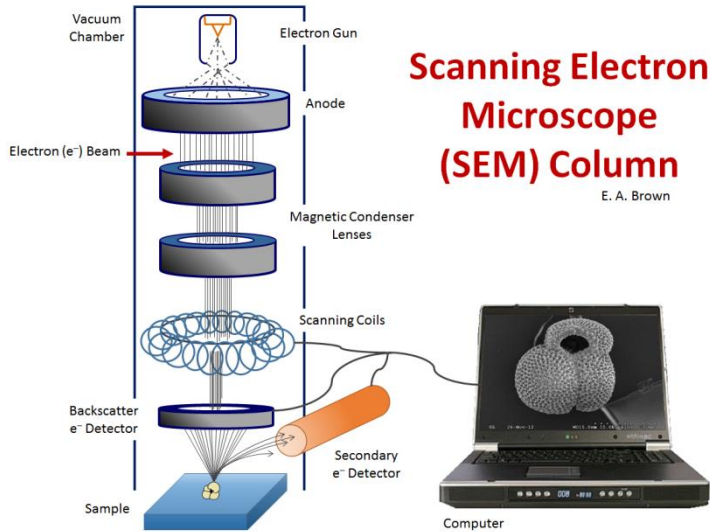


pengujian. Kemudian *spesimen* yang berbentuk lingkaran dimasukkan ke bagian kepala tabung impedansi. Kemudian mengatur besarnya frekuensi suara yang diberikan ke *spesimen* uji pada amplifier, lalu speaker akan memberikan suara ke dalam tabung impedansi dan sound levelmeter ( Yusril Irawan, 2013) . Untuk pengujian absorbs suara *spesimen* dibuat denan cetakan aluminium dengan ukuran diameter 100 mm dan tebal 10 mm.

### 3.5 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)

Uji SEM mempunyai tujuan guna mengetahui struktur permukaan adanya pori dan bentuk partikel pada *spesimen* uji. Pengujian ini didasarkan pada standard ASTM E2809. *Spesimen* uji berukuran 1 cm x 1 cm x  $\pm$  0,3 cm. *Spesimen* pengujian SEM diambil dapat dibuat sesuai cetakan. Proses pengujian dilakukan di Laboratorium Karaktersitik Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS.

Prinsip kerja dari SEM adalah electron gun memproduksi electron beam, anoda menangkap electron beam untuk kemudian diarahkan ke sampel kemudian serangkaian lensa magnetic memfokuskan beam ini dan menembakkan ke sampel, scanner membaca struktur permukaan sampel selanjutnya menangkap sinyal dari secondary dan back scattered electron untuk dikirim ke sistem kontrol sehingga dapat dilihat gambarnya pada monitor dan dapat dicetak bila diperlukan, seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4 SEM

### 3.6 Bahan dan Peralatan Penelitian

#### 3.6.1 Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :



### 1. *Fiberglass*



Gambar 3.5 Fiberglass

### 2. *Polyester Resin*



Gambar 3.6 Resin & Hardener



### 3.6.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Panel instrumen Tank

Panel instrumen tank dimaksud dalam gambar 3.7 dibawah ini akan dijadikan dasar patron untuk pembuatan prototipenya dari bahan komposit penelitian. Panel instrumen tank dalam gambar memiliki dimensi sekitar 40 cm x 30 cm terbuat dari bahan alumunium.



Gambar 3.7 Panel instrumen Tank

2. Peralatan cetakan

Peralatan untuk cetakan meliputi kertas kartun, kuas, penggaris, perekat, gunting, seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Peralatan cetakan

### 3 Proses Pembuatan Spesimen Pengujian

Pembuatan komposit seperti pada gambar 3.9 dibawah ini disesuaikan dengan *spesimen* untuk pengujian antara lain model berbentuk silinder pipih dengan diameter 10 cm dan tinggi 1 cm untuk uji absorbs suara. Selain itu dibuat model *spesimen* dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 0,3 cm untuk uji SEM dan FTIR.

Melakukan pencampuran resin dengan pengeras (hardener) kemudian dituangkan dalam cetakan sebagai lapis pertama kemudian bahan *fiberglass* dimasukan serta diratakan kedalam cetakan juga dengan penguasan. Setelah itu



dituangkan kembali campuran resin kedalam cetakan hingga tercampur dan diratakan. Agar bentuk bisa sempurna dilakukan pengepresan selama kurang lebih 24 jam dengan tujuan permukaan lebih halus dan datar sehingga rongga bisa rapat.



Gambar 3.9 Proses Pembuatan

#### 4. Posisi Panel Instrumen Tank

Sekilas gambaran panel instrumen kendaraan lapis baja tank dimana untuk panel instrumennya dominan lapisan baja dan alumunium dalam ruang interior dimensi sekitar 1m x 2 m, ditunjukkan dalam gambar 3.10.



Kendaraan lapis baja tank yang digunakan untuk penelitian merupakan kendaraan tank milik TNI AL Surabaya, khusus obyek penelitiannya panel instrumen tank terkait dengan panel instrumen. Tank untuk obyek penelitian tersebut buatan Rusia jenis BTR seperti pada gambar 3.11



Gambar 3.10 Panel instrumen Tank bahan baja dan Alumunim



Gambar 3.11 Tank Obyek Penelitian

### 3.7 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ialah perbandingan fraksi masa antara *fiberglass* dengan *polyester* resin terhadap presentasi yang bervariasi, yaitu :

1. Variabel 1 : 70 % resin dengan 30 % *fiberglass*
2. Variabel 2 : 60 % resin dengan 40 % *fiberglass*
3. Variabel 3 : 50 % resin dengan 50 % *fiberglass*
4. Variabel 4 : 40 % resin dengan 60 % *Fiberglass*





### 3.8 Rancangan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian, dibawah ini adalah Rancangan penelitian yang dilakukan sebagai berikut dalam tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan Penilitian

Variabel (resin/ <i>fiberglass</i> )	Uji FTIR	Uji SEM	Uji Densitas	Uji absorpsi Suara
70/30	✓	✓	✓	✓
60/40	✓	✓	✓	✓
50/50	✓	✓	✓	✓
40/60	✓	✓	✓	✓

### 3.9 Proses Pembuatan Panel Instrumen Tank

Proses pembuatan panel instrumen tank dalam beberapa tahapan, sebagai berikut :

1. Siapkan Cetakan untuk membuat panel :



Gambar 3.12 proses Pembuatan tahap 1

2. Menempelkan isolasi kertas pada cetakan panel :



Gambar 3.13 Proses Pembuatan tahap 2



3. Oleskan cairan vaselin terhadap cetakan yang telah diisolasi :



Gambar 3.14 Proses Pembuatan tahap 3

4. Memotong *glassfiber* sesuai ukuran cetakan dan kemudian diletakan di atas cetakan :



Gambar 3.15 Proses Pembuatan tahap 4



5. Melakukan langkah pelapisan *resin polyester* ke cetakan :



Gambar 3.16 Proses Pembuatan tahap 5

6. Melakukan pelapisan kembali glassfiber pada cetakan :



Gambar 3.17 Proses Pembuatan tahap 6



7. Melakukan kembali pelapisan *resin polyester* ke cetakan :



Gambar 3.18 Proses Pembuatan tahap 7

8. Proses pengeringan yang membutuhkan waktu  $\pm 15$  jam



Gambar 3.18 Proses Pembuatan tahap 8





## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Komposisi Komposit Pengikat Polyester Resin Berpenguat Fiberglass

Komposisi *polyester* resin sebagai matriks (komponen pengikat) terhadap *fiberglass* sebagai *reinforcement* (komponen penguat), yang digunakan dalam pengujian meliputi empat variabel uji. Komposisi seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.1 komposisi yang digunakan dalam pembuatan spesimen pengujian

Matriks	Reinforcement
Polyester Resin (%)	Fiberglass (%)
70	30
60	40
50	50
40	60

#### 4.2 Pengujian dan Analisis Absorpsi Suara

##### 4.2.1 Pengujian Absorpsi Suara

Pengujian akustik absorbs suara dilakukan untuk mengetahui sejauhmana suatu material dapat menyerap



atau memantulkan bunyi. Hal ini diperlukan untuk mencari frekuensi terbaik agar material komposit dapat bekerja secara optimal ketika digunakan dalam implementasinya.

Pada gambar 4.1 merupakan spesimen untuk pengujian absorbs suara, yang menggunakan variabel pengujian dengan komposisi matriks *polyester* resin dan *reinforcement fiberglass*. Secara berurutan sebagai berikut : 70/30, 60/40, 50/50, 40/60 dengan diameter 10 cm dan tebal 1 cm



(60/40)



(70/30)



(50/50)



(40/60)

Gambar 4.1 profil spesimen uji absorbs suara sesuai 4 variabel pengujian





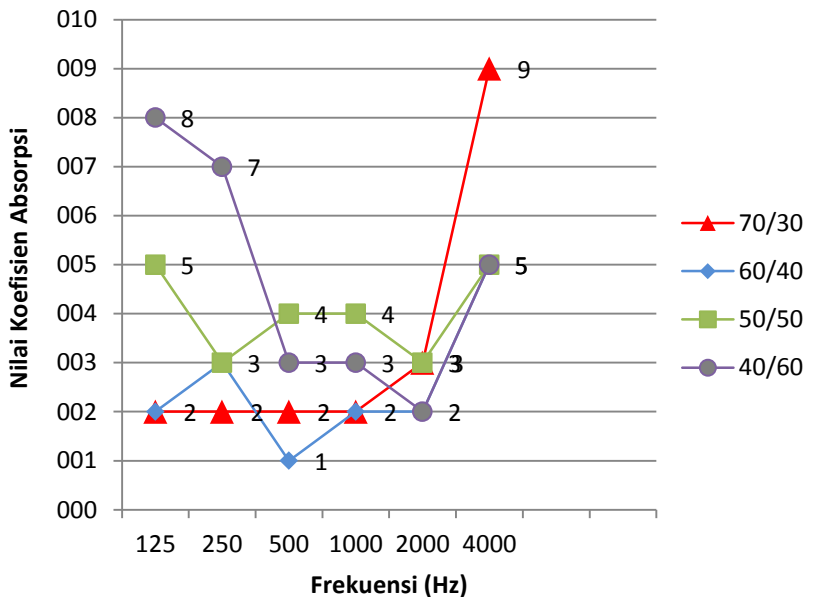
#### **4.2.2 Analisis Absorpsi Suara**

Pada pengujian absorpsi suara ini mengacu pada ASTM E1050 mengenai pengujian material akustik. Dari hasil pengujian dapat kita ketahui bahwa semakin besar nilai  $\alpha$  /alfa, maka penyerapan bunyinya semakin baik. Nilai  $\alpha$  berkisar dari 0 sampai 1. Pengujian absorpsi suara dilakukan di Laboratorium Akustik, Departemen Teknik Fisika, ITS. Nilai koefisien absorpsi suara hasil pengujian disajikan dalam bentuk Nilai  $\alpha$  (tabel terlampir). Grafik karakteristik pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil dari pengujian absorpsi suara. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai koefisien absorpsi suara setiap spesimen berbeda seiring dengan perbedaan frekuensi, fraksi massa serat, dan adanya penguat lain di dalam material komposit. Hal ini disebabkan karena perbedaan komposisi dari masing-masing spesimen yang menyebabkan perbedaan kerapatan, atau bisa juga ketidakhomogenan dari spesimen tersebut yang disebabkan oleh tidak meratanya persebaran serat hingga berdampak pada nilai koefisien absorpsi suara (Yusuf dan Farid, 2016).

Hasil Uji Absorpsi suara pada gambar 4.2 menunjukkan karakteristik kemampuan penyerapan suara dari keempat spesimen. Perbedaan koefisien absorpsi suara terlihat berbeda di frekuensi rendah dan sedang, akan tetapi pada rentang frekuensi tinggi perbedaan koefisien penyerapan suaranya sangat kecil bahkan cenderung sama, kecuali pada komposit dengan matriks lebih besar ada lonjakan nilai koefisien suara, di indikasikan ada pengaruh terhadap material spesimen, namun yang menarik dapat di sarikan bahwa pada



frekuensi rendah dan tinggi untuk komposit fiber dengan resin memberikan respon bagus dalam penyerapan suara. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh antara banyaknya serat terhadap nilai koefisien absorpsi suara. Semakin naik frekuensi, secara umum menyebabkan meningkatnya nilai absorpsi suara.



Gambar 4.2 menunjukkan karakteristik hasil uji absorpsi suara untuk 4 variabel spesimen dengan komposisi yang berbeda.



Dengan penambahan serat, nilai absorpsi pun semakin naik diakibatkan adanya rongga atau porositas yang terbentuk di perbatasan antara permukaan matriks dan filler (Bathara dan Farid, 2017). Hal ini dapat diperhatikan pada karakteristik alfa pada frekuensi yang sama, dimana dengan komposisi spesimen dengan penambahan *fiberglass* terjadi gejala kenaikan koefisien absorbs suara.

Pengaruh komposisi *fiberglass* terhadap resin pada beberapa variabel spesimen memberikan warna signifikan terhadap nilai penyerapan suara. Secara statistik untuk variabel *fiberglass* dengan komposisi 50/50 dan 40/60 menunjukkan performansi lebih baik terhadap penyerapan suara dengan variasi frekuensi rendah, sedang dan tinggi. Disisi lain, bahwa setiap penambahan *fiberglass* belum tentu menaikkan nilai  $\alpha$ , karena sifat material yang tinggi akan cenderung tidak homogen distribusinya. Hal ini berpengaruh pada nilai  $\alpha$ .

Untuk mengukur level standarisasi yang di ijinakan suatu komposit terhadap nilai penyerapan suara dapat mengacu pada standar ISO yaitu ISO 1164/1997, dimana ada tingkatan standar dari level rendah sampai dengan tinggi diantaranya level paling rendah level E dan level tinggi A. Material komposit dalam pengujian ini termasuk dalam level E (koefisien suara dibawah 0,2), sehingga komposit *polyester* resin dengan *fiberglass* memenuhi standar ISO untuk penyerapan suara.



### 4.3 Pengujian dan Analisis Scanning Electron Microscope (SEM)

#### 4.3.1 Pengujian SEM

. Proses pengambilan gambar morfologi komposit ini dilakukan di laboratorium karakterisasi Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Pada gambar 4.3 dibawah ini merupakan gambar spesimen untuk pengujian SEM, yang menggunakan variabel pengujian dengan komposisi matriks *polyester* resin dan *reinforcement fiberglass*. Secara beruntun sebagai berikut : 70/30, 60/40, 50/50, 40/60. dengan spesimen ber dimensi 10 mm x 10 mm x 3 mm



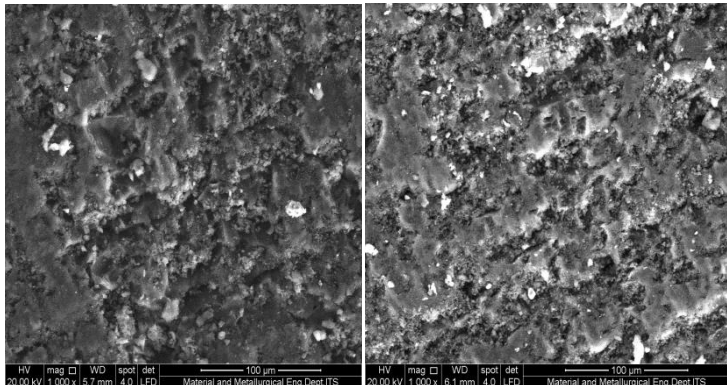
Gambar 4.3 Spesimen Uji SEM



### 4.3.2 Analisis SEM

Pengujian SEM dilakukan dalam beberapa variasi pembesaran yaitu 1000x, 5000x, 10.000 x dan 20.000 x. Dalam analisis ini diamati untu 3 variasi pembesaran diantaranya 1000x, 5000x dan 10.000x. Dengan 3 variasi pembesaran tersebut dapat sebagai bahan untuk analisis karakteristik morfologi penyerapan suara dari beberapa spesimen yang diuji.

- Hasil uji SEM dengan pembesaran 1000x dapat dilihat pada gambar 4.4 dan gambar 4.5 berikut ini.

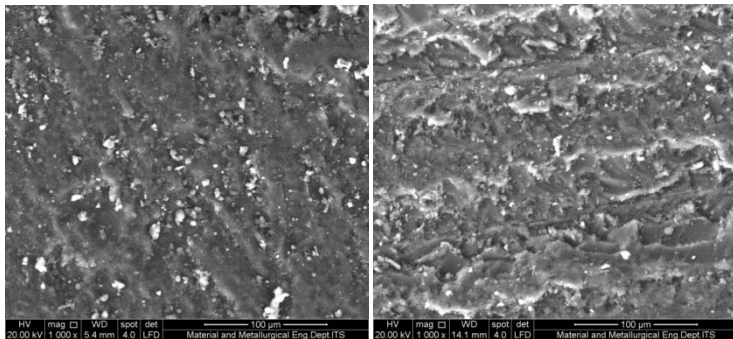


Gambar 4.4 Komposisi 70/30 dan 60/40

Pada gambar 4.4 menunjukkan hasil uji SEM untuk variabel 70/30 dan 60/40, dimana terlihat terdapat celah atau rongga atau pori dari material komposisi



tersebut. Pori yang terdapat pada komposisi 70 /30 lebih banyak daripada pada komposisi 60/40. Pori ini berfungsi sebagai rongga untuk menyerap suara yang dipantulkan ke permukaan spesimen komposit. Jumlah pori in mempengaruhi nilai absorbs suara dari material. Selain itu pori ini memberi ruang kepada serat untuk bervibrasi mengubah gelombang suara menjadi energi dalam bentuk seperti kalor.

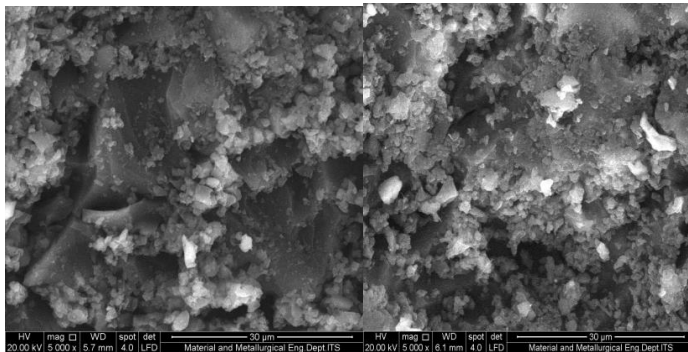


Gambar 4.5 Komposisi 50/50 dan 40/60

Pada gambar 4.5 menunjukkan hasil uji SEM untuk variabel 50/50 dan 40/60, dimana terlihat hampir semuanya tidak terdapat celah atau rongga atau pori dari material komposisi tersebut. Sehingga pada komposisi 50/50 dan 60/40 tingkat penyerapan suara yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan komposisi variabel 70/30 dan 60/40.

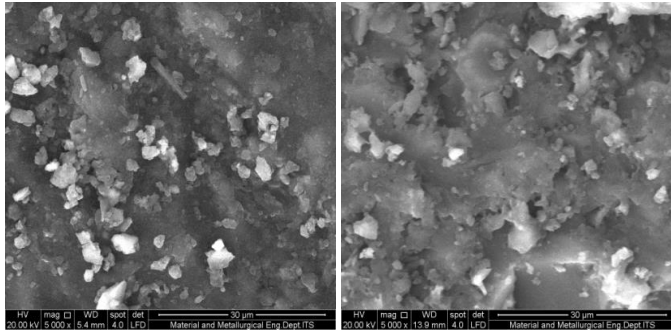


- Hasil uji SEM dengan pembesaran 5000x dapat dilihat pada gambar 4.6 dan gambar 4.7 berikut ini. Pada gambar 4.6 menunjukkan hasil uji SEM untuk variabel 70/30 dan 60/40, dimana terlihat terdapat celah atau rongga atau pori dari material komposisi tersebut yang nampak lebih besar. Dimana pada komposisi 70/30 lebih jelas dan lebih banyak pori porinya daripada komposisi 60/40. Pada pembesaran 5000x menunjukkan lebih jelas perbedaan komposisi yang mempunyai pori lebih besar dan lebih banyak daripada pembesaran 1000x.



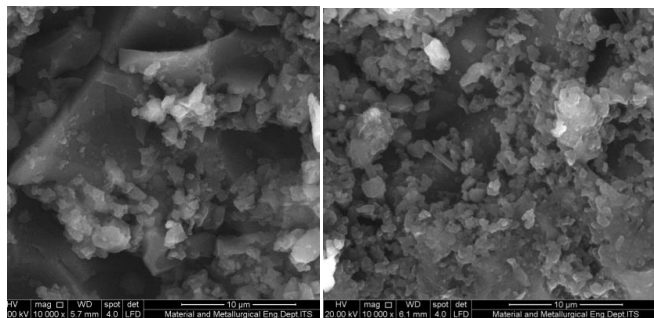
Gambar 4.6 Komposisi 70 / 30 dan 60/40

Pada gambar 4.7 menunjukkan hasil uji SEM untuk variabel 50/50 dan 40/60, dimana terlihat hampir semuanya tidak terdapat celah atau rongga atau pori dari material komposisi tersebut. Pada pembesaran 5000x menunjukkan lebih jelas terlihat kerapatannya daripada pembesaran 1000x.



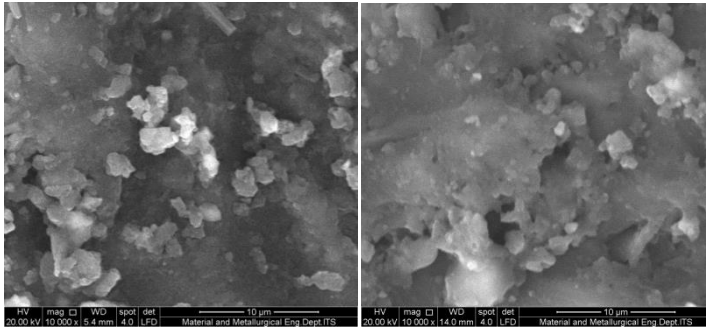
Gambar 4.7 Komposisi 50/50 dan 40/60

- Hasil uji SEM dengan pembesaran 10.000x dapat dilihat pada gambar 4.8 dan gambar 4.9 berikut ini. Pada pembesaran 10.000x tersebut memperjelas keberadaan pori pada komposisi pembesaran 5000x . Demikian juga terhadap gambar yang tidak banyak atau tidak ada porinya seperti pada komposisi variabel 50/50 dan 40/60.



Gambar 4.8 Komposisi 70/30 dan 60/40





Gambar 4.9 Komposisi 50/50 dan 40/60

Secara keseluruhan uji SEM untuk komposit *fiberglass* dengan *polyester* resin yang menunjukkan adanya penyerapan suara lebih baik terjadi pada komposisi variabel 70/30 dan 40/60, meskipun demikian variabel 70/30 lebih banyak pori nya daripada variabel 60/40.

#### 4.4 Pengujian dan Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR)

##### 4.4.1 Pengujian FTIR

Pengujian FTIR dilakukan di laboratorium karakterisasi Pada Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Pada gambar 4.10 dibawah ini merupakan gambar spesimen untuk pengujian FTIR, yang menggunakan variabel pengujian dengan komposisi matriks *polyester* resin dan *reinforcement fiberglass*.



Secara beruntun sebagai berikut : 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, dengan spesimen berdimensi 10 mm x 10 mm x 3 mm.




Gambar 4.10 Spesimen pengujian FTIR

#### 4.4.2 Analisis FTIR

Data yang ditampilkan FTIR adalah tinggi rendahnya puncak (*peak*) yang dihasilkan, seperti yang disajikan dalam beberapa gambar dibawah ini sesuai dengan hasil pengujian FTIR. Dengan menggunakan Tabel daerah gugus fungsi pada FTIR [Skoog, Holler dan Nieman, 1998); maka dapat dihubungkan hasil pengukuran FTIR yang dihasilkan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang terbentuk dalam material komposit *fiberglass* dengan *polyester* resin.



Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	Intensitas
C - H	Alkana	2850 - 2970 1340 - 1470	Kuat Kuat
C - H	Alkena 	3010 - 3095 675 - 995	Sedang Kuat
C - H	Alkuna $\text{—C}\equiv\text{C—}$	3300	Kuat
C - H	Cincin Aromatik	3010 - 3100 690 - 900	Sedang Kuat
O - H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol	3590 - 3650 3200 - 3600	Berubah-ubah Berubah-ubah, terkadang melebar
	monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3500 - 3650 2500 - 2700	Sedang Melebar
N - H	Amina, Amida	3300 - 3500	Sedang
C=C	Alkena	1610 - 1680	Berubah-ubah
C=C	Cincin Aromatik	1500 - 1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100 - 2260	Berubah-ubah
C - N	Amina, Amida	1180 - 1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210 - 2280	Kuat
C - O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050 - 1300	Kuat
C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690 - 1760	Kuat
NO <sub>2</sub>	Senyawa Nitro	1500 - 1570 1300 - 1370	Kuat Kuat

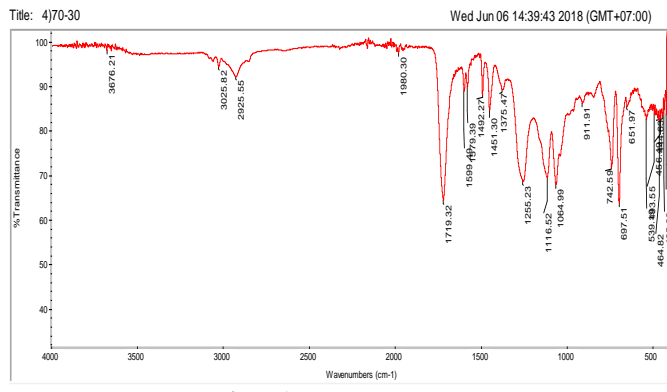
Sumber : *Principle of Instrumental Analysis*, Skoog, Holler, Nieman, 1998.

Tabel 4.2 Tabel daerah Gugus fungsi IR

. Spektrum IR dapat dipisahkan menjadi empat wilayah. Rentang wilayah pertama dari 4.000 ke 2.500. Rentang wilayah kedua dari 2.500 sampai 2.000. Ketiga wilayah berkisar dari 2.000 sampai 1.500. Rentang wilayah keempat dari 1.500 ke 400. [Skoog, Holler dan Nieman, 1998];



- Komposisi variabel 70/30.  
Hasil pengujian FTIR untuk variabel 70/30 ditunjukkan dalam gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.11 hasil uji untuk variabel 70/30

Hasil pengujian spesimen dengan variabel 70/30 mempunyai beberapa puncak gelombang seperti pada tabel 4.3 dibawah ini.



```

Wed Jun 06 14:39:21 2018 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: 4)70-30
Region: 4000.00 400.00
Absolute threshold: 98.010
Sensitivity: 50
Peak list:
Position: 404.97 Intensity: 77.319
Position: 414.55 Intensity: 80.144
Position: 423.94 Intensity: 83.367
Position: 435.93 Intensity: 84.633
Position: 444.63 Intensity: 83.129
Position: 456.49 Intensity: 82.535
Position: 464.82 Intensity: 82.290
Position: 493.55 Intensity: 83.606
Position: 539.19 Intensity: 82.496
Position: 651.97 Intensity: 85.321
Position: 697.51 Intensity: 63.616
Position: 742.59 Intensity: 71.798
Position: 911.91 Intensity: 85.996
Position: 1064.99 Intensity: 67.753
Position: 1116.52 Intensity: 69.436
Position: 1255.23 Intensity: 68.423
Position: 1375.47 Intensity: 89.124
Position: 1451.30 Intensity: 84.531
Position: 1492.27 Intensity: 87.865
Position: 1579.39 Intensity: 89.738
Position: 1599.49 Intensity: 88.710
Position: 1719.32 Intensity: 64.138
Position: 1980.30 Intensity: 97.424
Position: 2925.55 Intensity: 92.072
Position: 3025.82 Intensity: 94.245
Position: 3676.21 Intensity: 97.827
    
```

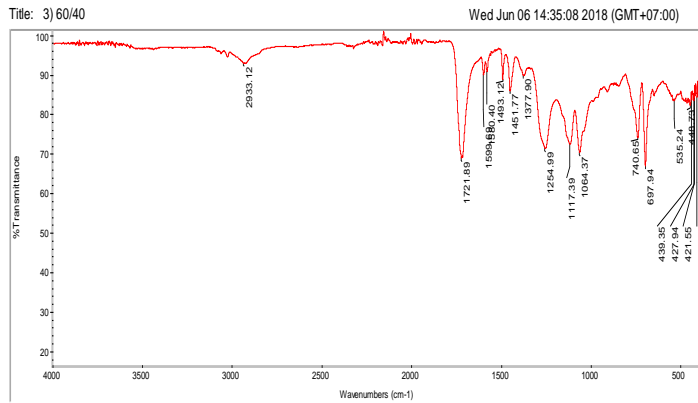
Tabel 4.3 posisi puncak gelombang variabel 70/30

Hasil pengujian untuk komposisi variabel 70/30, meliputi puncak gelombang di area 400 sampai dengan 1500, hal ini menunjukkan bahwa dua senyawa yang identik. Sedangkan ada puncak yang masuk dalam area 1500 sampai dengan 2000, diantaranya puncak 1719 merupakan senyawa ester dengan gugus C=O, mempunyai intensitas kuat. Juga puncak yang masuk dalam area 2500 keatas, merupakan penyerapan yang disebabkan oleh CH seperti pada puncak 3025, dengan intensitas sedang. Untuk variabel 70/30 merupakan



senyawa yang sesuai, namun terindekasikan adanya unsur udara sebagai akibat saat proses pembuatan.

- Komposisi variabel 60/40.  
Hasil pengujian FTIR untuk variabel 60/40 ditunjukkan dalam gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 hasil uji untuk variabel 60/40

Hasil pengujian spesimen dengan variabel 60/40 mempunyai beberapa puncak gelombang seperti pada tabel 4.4 dimaksud.



Wed Jun 06 14:34:27 2018 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: 3) 60/40

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 96.331

Sensitivity: 50

Peaklist:

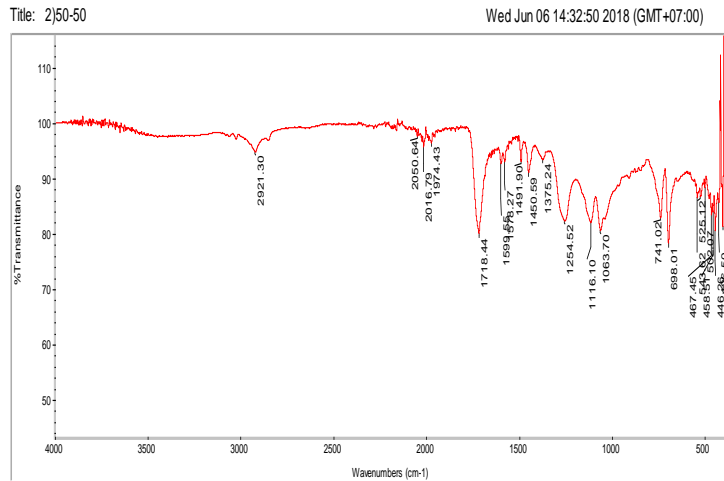
Position:	411.28	Intensity:	84.096
Position:	421.55	Intensity:	84.482
Position:	427.94	Intensity:	83.367
Position:	439.35	Intensity:	83.434
Position:	448.73	Intensity:	82.029
Position:	535.24	Intensity:	83.284
Position:	697.94	Intensity:	66.785
Position:	740.65	Intensity:	73.898
Position:	1064.37	Intensity:	70.115
Position:	1117.31	Intensity:	72.192
Position:	1254.99	Intensity:	71.115
Position:	1377.90	Intensity:	89.747
Position:	1451.77	Intensity:	85.786
Position:	1493.12	Intensity:	88.731
Position:	1580.40	Intensity:	90.606
Position:	1599.69	Intensity:	89.777
Position:	1721.89	Intensity:	68.652
Position:	2933.12	Intensity:	92.761

Tabel 4.4 posisi puncak gelombang variabel 60/40

Hasil pengujian untuk komposisi variabel 60/40, meliputi puncak gelombang di area 400 sampai dengan 1500, hal ini menunjukkan bahwa dua senyawa yang identik. Sedangkan ada puncak yang masuk dalam area 1500 sampai dengan 2000, diantaranya puncak 1721 senyawa ester dengan gugus C=O, intensitas kuat, juga puncak yang masuk dalam area 2500 keatas, merupakan penyerapan yang disebabkan oleh CH seperti pada puncak 2933, dengan intensitas sedang. Untuk variabel 60/40 merupakan senyawa yang sesuai dengan adanya unsur udara sebagai akibat saat proses pembuatan.



- Komposisi variabel 50/50.  
Hasil pengujian FTIR untuk variabel 50/50 ditunjukkan dalam gambar 4.13 dibawah ini.



Gambar 4.13 hasil uji untuk variabel 50/50

Hasil pengujian spesimen dengan variabel 50/50 mempunyai beberapa puncak gelombang seperti pada tabel 4.5 dimaksud.





Wed Jun 06 14:32:39 2018 (GMT+07:00)  
FIND PEAKS:

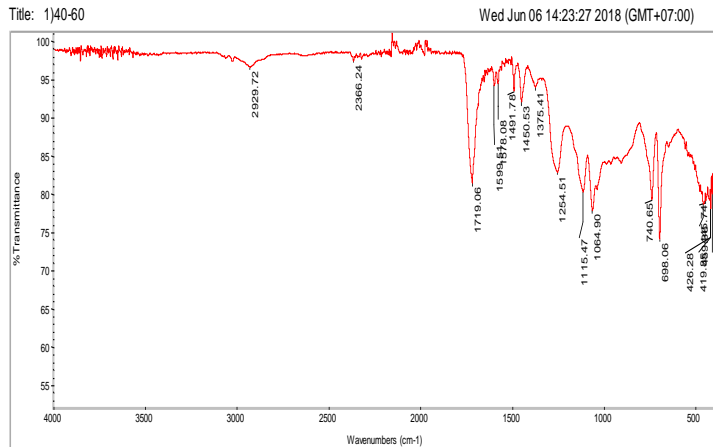
Spectrum:	2) 50-50	
Region:	4000.00	400.00
Absolute threshold:		98.228
Sensitivity:	50	
Peak list:		
Position:	406.09	Intensity: 81.098
Position:	426.50	Intensity: 85.501
Position:	446.26	Intensity: 80.493
Position:	458.51	Intensity: 83.737
Position:	467.45	Intensity: 83.204
Position:	502.07	Intensity: 88.160
Position:	525.12	Intensity: 86.527
Position:	543.62	Intensity: 86.336
Position:	698.01	Intensity: 78.072
Position:	741.02	Intensity: 82.715
Position:	1063.70	Intensity: 80.463
Position:	1116.10	Intensity: 81.905
Position:	1254.52	Intensity: 82.194
Position:	1375.24	Intensity: 93.223
Position:	1450.59	Intensity: 90.903
Position:	1491.90	Intensity: 92.885
Position:	1578.27	Intensity: 92.901
Position:	1599.55	Intensity: 92.601
Position:	1718.44	Intensity: 79.816
Position:	1974.43	Intensity: 96.193
Position:	2016.79	Intensity: 95.598
Position:	2050.64	Intensity: 97.489
Position:	2921.30	Intensity: 94.681

Tabel 4.5 posisi puncak gelombang variabel 50/50

Hasil pengujian untuk komposisi variabel 50/50, meliputi puncak gelombang di area 400 sampai dengan 1500, hal ini menunjukkan bahwa dua senyawa yang identik. Sedangkan ada puncak yang masuk dalam area 1500 sampai dengan 2000, diantaranya puncak 1718 senyawa ester dengan gugus C=O, intensitas kuat, juga puncak yang masuk dalam area 2500 keatas, merupakan penyerapan yang disebabkan oleh CH seperti pada puncak 2921 dengan intensitas sedang. Untuk variabel 50/50 merupakan senyawa yang sesuai dengan adanya unsur udara sebagai akibat saat proses pembuatan.



- Komposisi variabel 40/60.  
Hasil pengujian FTIR untuk variabel 40/60 ditunjukkan dalam gambar 4.14 dibawah ini.



Gambar 4.14 hasil uji untuk variabel 40/60

Hasil pengujian spesimen dengan variabel 40/60 mempunyai beberapa puncak gelombang seperti pada tabel 4.6 dibawah ini



Wed Jun 06 14:23:09 2018 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: 1)40-60

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 97.383

Sensitivity: 50

Peaklist:

Position:	402.51	Intensity:	75.654
Position:	412.06	Intensity:	79.914
Position:	419.85	Intensity:	78.071
Position:	426.28	Intensity:	79.147
Position:	445.74	Intensity:	79.045
Position:	459.36	Intensity:	78.568
Position:	698.06	Intensity:	74.050
Position:	740.65	Intensity:	79.238
Position:	1064.90	Intensity:	77.799
Position:	1115.4	Intensity:	80.219
Position:	1254.51	Intensity:	82.786
Position:	1375.41	Intensity:	93.892
Position:	1450.53	Intensity:	92.000
Position:	1491.78	Intensity:	93.458
Position:	1578.08	Intensity:	94.384
Position:	1599.51	Intensity:	94.116
Position:	1719.06	Intensity:	81.381
Position:	2366.24	Intensity:	97.372
Position:	2929.72	Intensity:	96.585

Tabel 4.6 posisi puncak gelombang variabel 40/60

Hasil pengujian untuk komposisi variabel 40/60, meliputi puncak gelombang di area 400 sampai dengan 1500, hal ini menunjukkan bahwa dua senyawa yang identik. Sedangkan ada puncak yang masuk dalam area 1500 sampai dengan 2000, diantaranya puncak 1719 senyawa ester dengan gugus C=O, intensitas kuat, juga puncak yang masuk dalam area 2500 keatas, merupakan penyerapan yang disebabkan oleh CH seperti pada puncak 2939 dengan intensitas sedang. Untuk variabel 40/60 merupakan senyawa yang sesuai dengan adanya unsur udara sebagai akibat saat proses pembuatan.



## 4.5 Pengujian dan Analisis Densitas

### 4.5.1 Pengujian densitas

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui kekompakan dan kepadatan material komposit *fiberglass* dengan *polyester* resin. Komposit yang kompak akan tahan terhadap proses penekanan sehingga ikatan antara partikel penyusun komposit menjadi kuat dan ruang antara partikel penyusun tidak terisi rongga udara (Murdinah, 1989). Pengujian densitas dilakukan dengan mengukur massa dan volume dari komposit. Dari percobaan dengan perhitungan didapatkan nilai massa jenis dari komposit dimaksud.

Spesimen untuk pengujian densitas seperti pada gambar 4.15 dibawah ini., dengan menggunakan variabel pengujian komposisi matriks *polyester* resin dan *reinforcement fiberglass*. Secara berurutan sebagai berikut : 70/30, 60/40, 50/50, 40/60.



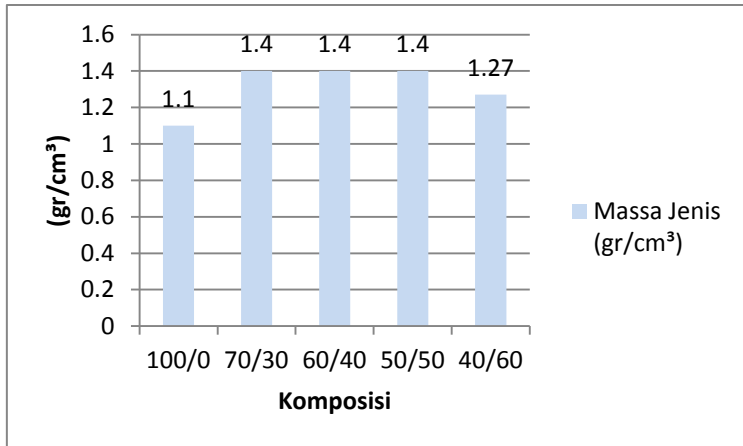
Gambar 4.15. Spesimen pengujian Densitas

#### 4.5.2 Analisis Densitas

Dari pengujian dengan perhitungan didapatkan nilai massa jenis pada komposit *polyester* dengan *fiberglass* menggunakan komposisi variabel 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, seperti pada tabel 4.6

variabel	Massa (gr)	Massa jenis ( gr/cm <sup>3</sup> )
70/30	0,42	1,40
60/40	0,42	1,40
50/50	0,42	1,40
40/60	0,38	1,27

Tabel 4.7 Perhitungan Massa Jenis



Gambar 4.16. Hasil Densitas Untuk beberapa variabel

Berdasarkan perhitungan densitas untuk komposisi komposit dengan beberapa variabel dapat dilihat pada gambar 4.16. Secara karakteristik densitas komposit *polyester* resin dengan *fiberglass* lebih tinggi daripada densitas *polyester*, hal ini menunjukkan bahwa komposit tersebut memberikan kekuatan lebih terhadap material sebelum dijadikan komposit.

Untuk komposit dengan komposisi dominan *polyester* resin ternyata lebih tinggi densitasnya, hal ini menunjukkan bahwa komposisi matriks dalam komposit menjadi kekuatan daripada reinforcementnya.



#### **4.6 Observasi Produk**

Berdasarkan pada proses pembuatan panel instrument tank dan pengujian serta analisa data, sebagai observasi produk sebagai berikutnya :

1. Panel dengan komposisi 50 : 50 permukaannya lebih halus dibandingkan dengan komposisi 70 : 30
2. Gelembung angin lebih banyak terdapat pada komposisi panel 50 : 50 dibandingkan dengan panel komposisi 70 : 30
3. Dengan serat penguat 50 : 50 material panel menjadi lebih kuat dan kokoh dibandingkan dengan panel komposisi 70 :30



(halaman ini sengaja dikosongkan)





## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Berdasarkan proses pembuatan (*manufaktur*) panel instrumen tank dengan bahan *resin polyester* sebagai matriks (pengikat) dan serat gelas sebagai penguat (*reinforcement*), diperoleh produk panel yang memiliki cacat lebih sedikit terdapat pada komposisi serat paling sedikit yaitu pada komposisi 70% resin *polyester* dan 30% serat gelas.
2. Komposit resin *polyester* yang diperkuat dengan serat gelas yaitu pada komposisi 70% resin *polyester* dan 30% serat gelas menghasilkan material yang memiliki sifat reflektif , artinya suara tidak di transmisikan ke ruang kabin awak tank. Sehingga awak kabin tidak mengalami kebisingan yang tinggi dari suara mesin tank.

#### **5.2 Saran**

Material komposit resin *polyester* yang diperkuat dengan serat gelas memerlukan peningkatan kinerja (*performance*) dengan cara melapisi dengan material lain yang memiliki sifat absropsi suara yang baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, Eldo, Deepa B, Laly A Pothan, Maya Jacob John. 2011. *Extraction of nanocellulose fibrils from lignocellulosic fibres: A novel approach*. Carbohydrate Polymers 86, 1468-1475
- Aditama, Axel Gian, Moh. Farid. 2017. *Studi Bahan Akustik dan Insulasi Thermal Polyester Berpenguat Nanoselulosa dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Metode Penuangan (Casting)*. Tugas Akhir Program Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Anam, Choirul. 2007 Pedoman Praktik Pembelajaran Komposit. Surakarta: Laboratorium FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Aneka Kimia, 2011, Instrumen FTIR dan Membaca spectra FTIR, [www. Anekakimia.com](http://www.Anekakimia.com), Jun 2011
- Diharjo, K., dan Triyono, T., 2003, “Buku Pegangan Kuliah Material Teknik”, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Doelle, L. L. (1972). *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.



- Emingsih, R., & Gustiani, S. (2013). *Peningkatan Daya Serap Serat Polyester Menggunakan Selulosa Bakterial*. Balai Besar Tekstil, 38-46
- Energi Putra Bangsa, 2015, Fberglass Sejarah Dunia, Energi Putra Bangsa, September 2015
- Farid, M., H. Ardhayananta, V. M. Pratiwi, S.P. Wulandari. 2005. *Correlation between Frequency and Sound Absorption Coefficient of Polymer Reinforced*
- Farid, M., T. Heryanto. 2013. *Correlation of Normal Incidence Sound Absorption Coefficient (NAC) And Random incidence Sound Absorption Coefficient (RAC) of Polyester/Ramie Fibre Composite Materials*. Advance Material Research Vol. 789, pp. 269-273
- Gibson, R.F. (1994). *Principles of Composite Material Mechanics*. Michigan: McGraw-Hill, Inc.
- H.G.De Young, Plastic Composite Fight for Status, High Technol., Oct 1983
- Howard, D. M., & Angus, J.A. (2009). *Acoustics And Psychoacoustic*. London: Focal Press.
- Id.Wikipedia.Org/polyester, Wikipedia
- Indomiliter, 2014, Spesifikasi Teknis dan Senjata Medium Tank, edisi 2014.



Jayaraman, Kannan A. 2005. *Acoustical Absorptive of Nonwovents*. Thesis Faculty of North Crolina State University.USA

*Natural Fibre*. Advanced Materials Research, Vol. 1112, pp. 329-332

Ramdhanijaya. 2015. *Material Composite – Fiberglass (FRP)*, Beranda, News, maret 2015.

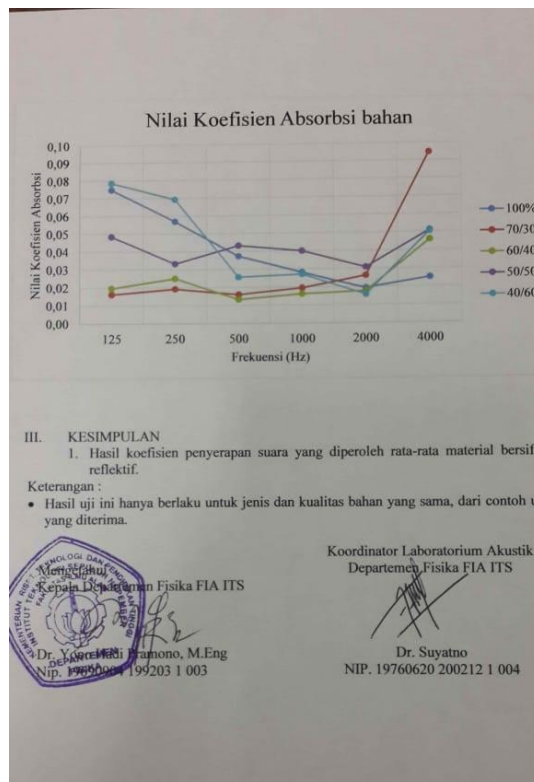
Skoog Holler, Nieman 1998, Principle of Instrumental Analysis, 1998

Wikipedia. Org/*fiberglass*, Wikipedia



## LAMPIRAN A

### HASIL UJI ABSORPSI SUARA





## LAMPIRAN B

### STANDARISASI ISO ABSORPSI SUARA

